

## **Zárójelentés a 62478. számú OTKA kutatásról**

### **A szél hatása a késő-neogén–negyedidőszaki üledékképződésre és a domborzat alakulására a Magyar-középhegységben és előterében 2006–2011.**

**Témavezető: Dr. Müller Pál Mihály**

#### **Bevezetés**

A kutatási program legfontosabb célja a késő-neogén–negyedidőszak paleoklimájának meghatározó tényezőjeként számon tartott szélviszonyoknak az üledékképződésre és a felszínformálásra gyakorolt hatásának vizsgálata, valamint az eolikus üledékek és szélformálta felszínek korának meghatározása volt.

A program résztvevőinek köre a munka során kibővült. Az eredeti pályázók (Müller Pál Mihály, Csillag Gábor, Horváth Erzsébet, Horányi András, Radics Kornélia, Ruszkiczay-Rüdiger Zsófia, Thamóné Bozsó Edit) mellett Bradák Balázs PhD hallgató is dolgozott a kutatási témán, aki hivatalosan ugyan nem vált tagjává a csoportnak, de munkájának eredményét több publikációban is bemutatta. A kutatási program végén hivatalosan is csatlakozott Albert Gáspár és Sebe Krisztina, akik aktívan részt vettek a kutatási program munkájában, előadásokat tartottak, illetve Sebe Krisztina számos publikáció elkészítésében is aktívan részt vett.

A vizsgálati módszerek között már pályázatunkban is jelentős szerepet kapott a kozmogén izotópos kitettségi kor-meghatározás. Ez a tervezettnél jelentősen nagyobb hangsúlyt kapott a programban munkánk során. A 2008–2009-ben lezajlott Fr-32/2007 számú magyar-francia Tét-projekt keretében nagy számú minta vizsgálatára volt lehetőségünk a CEREGE laboratóriumában Aix-en-Provence-ban.

#### **Eredmények**

##### **Földtani, geomorfológiai eredmények**

A Vértes földtani térképezéshez kapcsolódva egységes térképen ábrázoltuk a földtani és geomorfológiai adatokat (Fodor et al. 2008), a térképhez kapcsolódó magyarázó Geomorfológia fejezetében összefoglaltuk az OTKA-kutatások addig elért eredményeit (Budai et al. 2008).

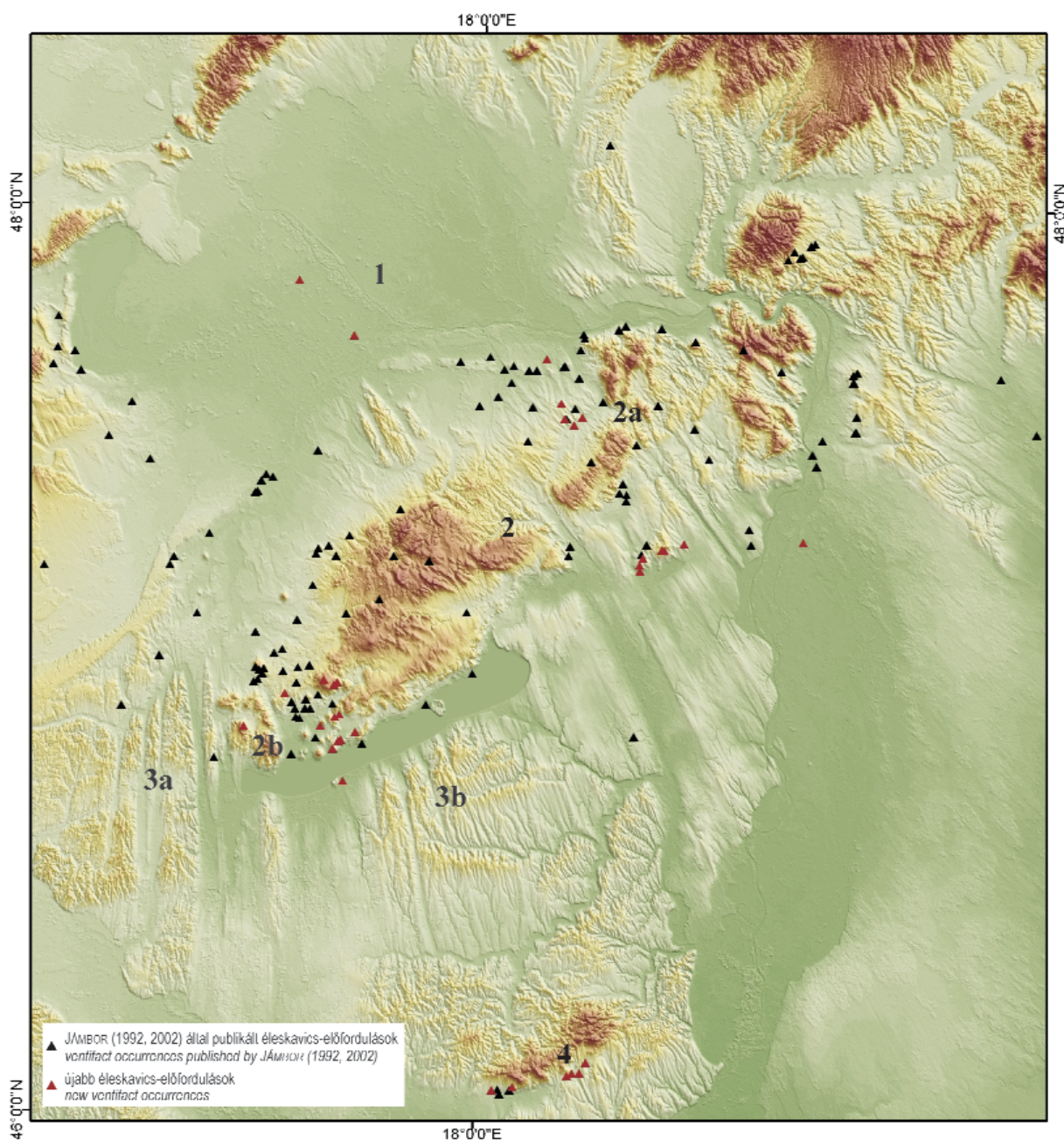
Eredményeink alapján megállapítható, hogy a szél deflációs hatásának meghatározó szerepe volt a Dunántúl mai domborzatának kialakításában, így a zalai és somogyi ún. meridionális völgyrendszer kialakításában is (Csillag et al. 2010).

Az Agár-tetőn sikerült kimutatnunk a bazalton is a szélerózió hatását, a bazaltot fedő homokösszlet kialakulását a korábban hazánkban még nem kimutatott, leírt platóhelyzetű eolikus üledékképződéssel magyarázzuk (Sebe et al. 2010, in prep.)

Elkészült a hazai éleskavics-előfordulások térinformatikai rendszerben is megjeleníthető összefoglalása (1. ábra). Az Országos Meteorológiai Szolgálat (Horányi András) elkészítettük az elmúlt 40 év adatainak feldolgozását, a földtani, geomorfológiai adatokkal egységesíthető megjelenítését.

A hazai szakirodalomban már Lóczy (1913) és Cholnoky (é.n.) is felvetette a késő-neogénben kialakult arid körülmények lehetőségét. Ennek vizsgálatával jelenleg is foglalkoznak más kutatók (pl. Varga 2011). A kutatási program keretében a Balaton-felvidéki bazaltvulkanizmus folyamatait, formakincsét vizsgáltuk meg ebből a szempontból. A salakvulkáni forma, a kráterek nyitottsága egyes esetekben utalhat a szél hatására is (Inbar, Risso 2001). Munkánk számos eredménnyel járt, ilyen hatás azonban a vizsgált esetekben

(Bondoró, Agár-tető) nem mutatható ki (Keresztúri et al. 2010). A vulkáni működés jellege és a klíma a kapcsolatát is vizsgáltuk (Keresztúri et al. in press).



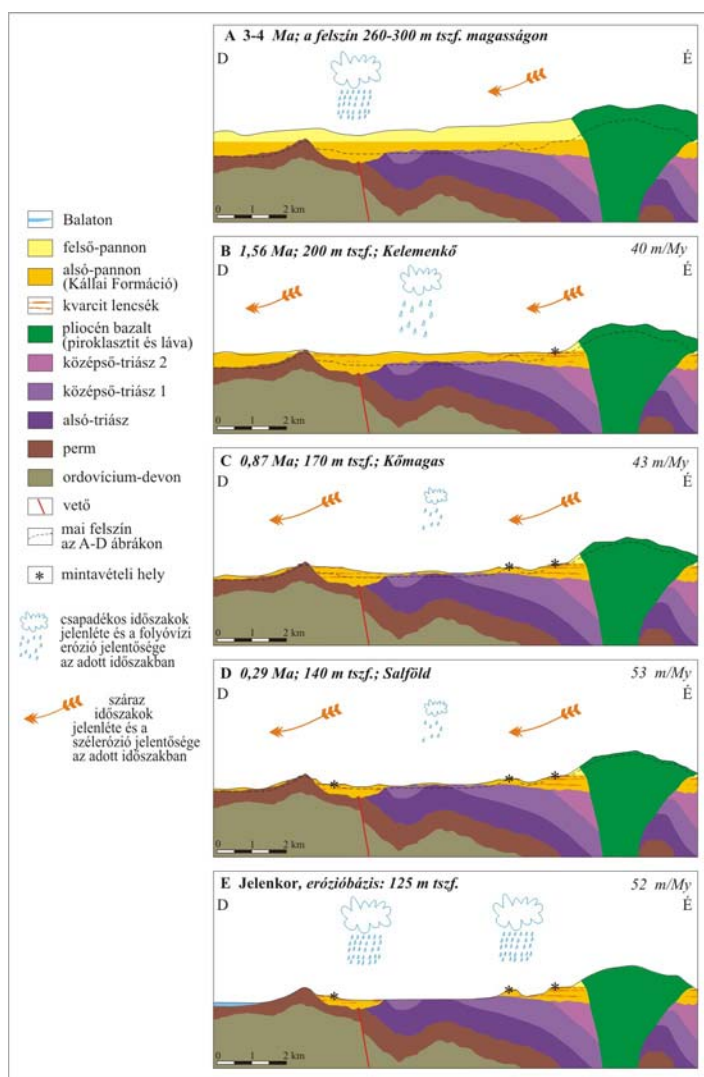
**1. ábra.** A kutatási terület áttekintő domborzati térképe a hazai éleskavicselőfordulásokkal  
 1 — Kisalföld; 2 — Dunántúli-középhegység (DKH); 2a — Vértes és Gerecse; 2b — Keszthelyi-hegység; 3a — Zala; 3b — Külső-Somogy; 4 — Mecsek (Csillag et al. 2010)

### Kitettségi korok

A mintázást és mérést felszíni mintákon kezdtük (Keszthelyi-hg.: Bányafő-tető; Tapolcai-medence: Majális-völgy, Viszló; Káli-medence: Kelemenkö, Kővágőörs, Salföld). E minták eredményei alapján világossá vált, hogy a felszíni minták önmagukban nem alkalmasak a felszín kitettségi korának meghatározáshoz, ugyanis a kozmogén izotópok keletkezése és bomlása között beállt egyensúly miatt csak a maximális lepusztulási ráta volt kiszámítható (2-4 m/My).

Ezen első eredmények alapján szükségessé vált a mélységprofilok menti mintavételre is alkalmas feltárások felkutatása (Kelemenkö, Kőmagas, Kővágóörs, Salföld). Ugyanis ha a felszínről és több felszín alatti mélységből származó minták  $^{10}\text{Be}$  koncentrációjának alakulását modellezzük, az adott felszín kora és lepusztulásának sebessége egyidejűleg kiszámítható (Siame et al. 2004; Braucher et al. 2009; Hein et al. 2009). Ezt a módszert korábban szélcsiszolta kőzetfelszíneken még nem alkalmazták.

A vizsgált kőzetfelszínek közül a legidősebbnek a legmagasabban fekvő Kelemenkö (200 m tszf.) bizonyult:  $1\,560 \pm 88$  ky. Ez Európában a legidősebb datált szélcsiszolta felszínforma. Ezt követi a Kőmagas (170 m tszf)  $865 \pm 65$  ky  $^{10}\text{Be}$  kitettségi kora, majd Salföld (140 m tszf)  $287 \pm 23$  ky kora. A kitettségi kor adatokat és korábbi vulkanológiai, geomorfológiai és kronológiai vizsgálatok adatait (Martin and Németh, 2004; Csillag, 2004; Wijbrans et al., 2007) kiindulásként felhasználva, a pliocéntől napjainkig a Káli medence lepusztulásának sebessége 40-50 m/My-nek adódott (2. ábra), napjaink felé enyhén gyorsuló tendenciával. A tapolcai medencében az utolsó 870 ezer év során valamivel gyorsabb, 75 m/My-es lepusztulási ráta volt számítható, ami feltehetőleg a terület É-D-i nyitottsága következtében csatornázódott szeleknek volt köszönhető. A kővágóörsi homokbányában mélyített mélységprofil a nem cementált Kállai Formáció, vagyis a terület általános lepusztulási sebességére vonatkozó  $56 \pm 12.0$  m/millió éves lepusztulása rátája jól egybevág a kipreparált szélcsiszolta kőzetfelszínek kitettségi korai alapján számított értékkel.



2. ábra. A Káli-medence fejlődéstörténete (Ruszkiczay-Rüdiger et al. submitted)

A Keszthelyi-hegység tetőszintjén (Bányafő tető) sajnos mélységprofil menti mintázásra nem volt lehetőség. Itt 3 független felszíni mintavételi helyről származó eredmények alapján elmondható, hogy a szélcsiszolta felszínű kvarcittömbök minimum  $^{10}\text{Be}$  kitettségi kora elérheti az 1,3 millió évet, de legalább 680 ezer év körüli ( $^{10}\text{Be}$  és  $^{26}\text{Al}$  mérésekkel megerősítve).

Az adatok természete és felbontása egyes deflációs időszakok elkülönítését sajnos nem teszi lehetővé, a defláció mértékéről azonban fontos információk nyerhetők. A helyben keletkező kozmogén  $^{10}\text{Be}$  méréseink alapján a laza üledékekkel kitöltött Tapolcai- és Káli-medencék deflációs alacsonyodása átlagosan 40-75 m/millió év sebességgel zajlott, ugyanakkor az ellenálló, és ennek következtében kipreparálódó kvarcittömbök csupán 2-4 m-t pusztulnak évmilliónként.

A minták előkészítése és gyorsító tömegspektrométeres mérése a SUERC, (Edinburgh, 4 db  $^{10}\text{Be}$  minta) és a CEREGE-CNRS - Aster (Aix en Provence) laborjaiban történt (29 db  $^{10}\text{Be}$  minta és 4 db  $^{26}\text{Al}$  minta)

### **OSL kormeghatározás**

Az OTKA kutatás keretében a MÁFI Lumineszcens laboratóriumában 30 db üledék minta OSL kormeghatározását végeztük le. Egyes üledékek kvarc szemcséken mért egyenértékdózisainak eloszlása azonban aszimmetrikus volt, ami arra utal, hogy az üledékanyagot a betemetődés előtt nem érte elegendő fény ahhoz, hogy a lumineszcens szignálja teljesen lenullázódjon. Ezt valószínűleg a rövid szállítási távolság okozhatta. Ezért az átlagos egyenértékdózison alapuló OSL kor mellett a centrális és a minimum korok kiszámítása is szükséges volt. A vizsgált üledékek esetében a geomorfológia és a korábbi koradatok tükrében többnyire a centrális OSL kor adja meg a betemetődés korát. Az így datált legidősebb képződmény  $79 \pm 8$  ezer éves, a legfiatalabb pedig  $8 \pm 1$  ezer éves. A Vértes környezetében kapott eredmények első részét publikáltuk (Thamó-Bozsó et al. 2010), az újabb mérések kiértékelése befejezés előtt van, a publikáció készítését elkezdtük. Az új OSL koradatok nagyban hozzájárulnak a Vértes és környezete felszínalakulásának időbeni rekonstruálásához.

### **$^{14}\text{C}$ vizsgálat**

Több  $^{14}\text{C}$  kormeghatározás is történt a Vértes környéki lösz és homok rétegek szerves anyagán a hannoveri Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben geokronológiai laboratóriumával együttműködésben. Az eredmények közzétételét tervezzük, az őslénytani vizsgálatok eredményével együtt.

### **Őslénytani vizsgálatok**

A Vértesacsa melletti Cérna-völgyben és a csákvári Fornapusztán történt gyűjtés dr. Krolopp Endrével.

A cérna-völgyi löszösszlet legalsó paleotalaja alól vett minták faunája egy hideg szakaszból kiinduló átmeneti periódusra utal.

Az előzetes eredmények alapján Fornapusztán egy késő-pleisztocén tó létét jelezte a fauna (*Anodonta cygnea* (L.) f. *cellensis* (Schröt.) a homokban és néhány más faj a fekében).

Az előzetes eredmények után Krolopp Endre váratlan halála miatt a feldolgozás megszakadt. Az eddigi eredmények publikálását tervezzük, ezzel is megemlékezve kiváló kollégánkról.

### **Mágneses szuszceptibilitás anizotrópia vizsgálatok**

A minták mágneses szuszceptibilitás anizotrópia vizsgálatával az anyag mágneses szövetében megőrzött, gyakran az ülepedés, közetté válás körülményeire utaló információkat



kaphatunk. A Vértesacsa melletti Cérna-völgy rétegsorának vizsgálata során kimutatható volt a lösz ülepedési irányait befolyásoló paleodomborzat hatása, és egyes rétegekben az áthalmozás is (Bradák et al. 2008, 2010, 2011).

### **Mikromineralógia vizsgálat**

Az OSL kormeghatározásra begyűjtött üledékekből és a cérnávölgyi lösz-szelvény 19 db mintájából mikromineralógiai vizsgálat készült.

A Cérna-völgyben a vizsgált löszök és paleotalajok anyaga főleg idősebb üledékes kőzetek áthalmozásából, valószínűleg a közeli Duna ártéri üledékeiből származtatható. A paleotalajokban nagyjából annyi a nehézasványok részaránya, mint az alattuk lévő löszökben, amelyeken a talajok kialakultak, viszont több átalakult ásványt tartalmaznak, ami az egykori melegebb és/vagy nedvesebb klímán lezajló talajosodással függ össze (Bradák et al. 2010).

### **Szél által megmunkált kavics, kőzet és homokszemcse felszínek vizsgálata**

A szélfújta kőzet és szemcsefelszínek vizsgálatához 22 db mintát (kőzetfelszín, kavics, homok) gyűjtöttünk be. Ezek felszíni mikromorfológiáját scanning elektromikroszkópos felvételek segítségével tanulmányoztuk, valamint vékonycsiszolat-vizsgálat, SEM-EDS elemspektrum, néhány RTG (MÁFI), LA-ICP-MS (MÁFI), és mikroszondás mérés (Geokémiai Kutatóintézet) is készült. A vizsgálati eredmények szerint a polírozott kőzetfelszínek kissé mállottak, nagyobb agyagásvány, goethit, klorit, ill. Fe, Mg, és Mn tartalommal rendelkeznek mint az érintetlen kőzetanyaguk. Az eredmények publikációja folyamatban van (Thamó-Bozsó et al. 2010).

### **Előadások, poszterek abstractok nélkül**

1. ALBERT G. –CSILLAG G. –FODOR L. –KERCSMÁR ZS. –SELMECZI I.: Paleomorfológiai megfigyelések a Gerece északkeleti előterében. — GEOGRÁFIA – 2010 – PÉCS 2010. november 4-6. V. Magyar Földrajzi Konferencia, **poszter**
2. NOVOTHNY, Á., RUSZKICZAY RÜDIGER, ZS., HORVÁTH, E., FRECHEN, M., CSILLAG, G.: 2010. Dating of Danube terraces. Leibniz Pakt Project Final Workshop. Hannover, Germany, 25-26 October 2010. **előadás**
3. NOVOTHNY, Á., RUSZKICZAY RÜDIGER, ZS., HORVÁTH, E., FRECHEN, M., CSILLAG, G.: Luminescence dating of Danube terraces in Hungary - preliminary results. — German LED (Luminescence and Electron spin resonance Dating) meeting, 5-7 November 2010, Innsbruck, Austria. **poszter**
4. RUSZKICZAY-RÜDIGER ZS. – R. BRAUCHER –CSILLAG G. –FODOR L. –DUNAI T. –BADA G. – D. BOURLÉS – MÜLLER P.: Negyedidőszaki szélcsiszolta felszínek datálása a Dunántúlon helyben keletkező kozmogén izotópokkal. — GEOGRÁFIA – 2010 – PÉCS 2010. november 4-6. V. Magyar Földrajzi Konferencia, **előadás**
5. SEBE K. –CSILLAG G. – THAMÓNÉ BOZSÓ E.: Platóhelyzetű eolikus képződmények és formák a Dunántúli-középhegységben. — GEOGRÁFIA – 2010 – PÉCS 2010. november 4-6. V. Magyar Földrajzi Konferencia, **előadás**

### **Elkészült, bírálat alatt, illetve közvetlen befejezés előtt álló publikációk**

RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., BRAUCHER, R., CSILLAG, G., FODOR, L., DUNAI, T.J., BADA, G., BOURLÉS, D., MÜLLER, P. (submitted) Dating pleistocene aeolian landforms in Hungary, Central Europe, using in situ produced cosmogenic <sup>10</sup>Be. — Quaternary Geochronology

SEBE K., CSILLAG G., THAMÓNÉ BOZSÓ E. (in. prep., beadás előtt): Platóhelyzetű eolikus képződmények és formák a Dunántúli-középhegységben. — Földtani Közlöny

CSILLAG, G., SEBE, K., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., FODOR, L.I., THAMÓ-BOZSÓ, E., MÜLLER, P.M., BRAUCHER, R. in prep: Wind erosion under cold climate: A fossil periglacial megarid system in Central Europe (Western Pannonian Basin, Hungary) and its implications on yardang formation. — Quaternary Science Reviews

**Hivatkozott, nem jelen OTKA keretében megjelent irodalom**

- Braucher, R., Del Castillo, P., Siame, L., Hidy, A.J., Bourles, D.L. 2009. Determination of both exposure time and denudation rate from an in situ-produced  $^{10}\text{Be}$  depth profile: A mathematical proof of uniqueness. Model sensitivity and applications to natural cases. *Quaternary Geochronology* 4, 56-64.
- Cholnoky J. é.n.: A földfelszín formáinak ismerete. — Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest, 296 p.
- Hein, A.S., Hulton, N.R.J., Dunai, T.J., Schnabel, C., Kaplan, M.R., Naylor, M., Xu, S. 2009. Middle Pleistocene glaciation in Patagonia dated by cosmogenic-nuclide measurements on outwash gravels. *Earth and Planetary Science Letters* 286. 1-2. 184-197.
- Inbar, M., & Risso, C. (2001). A morphological and morphometric analysis of a high density cinder cone volcanic field. - Payun Matru, south-central Andes, Argentina. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 45(3), 321-343.
- Lóczy L. id. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I/I., 617 p.
- Siame, L., Bellier, O., Braucher, R., Sébrier, M., Cushing, M., Bourlés, D.L., Hamelin, B., Baroux, E., de Voogd, B., Raisbeck, G., Yiou, F., 2004. Local erosion rates versus active tectonics: cosmic ray exposure modelling in Provence (South-East France). *Earth and Planetary Science Letters* 220 (3-4), 345-364.
- Varga Gy. 2011: Similarities among the Plio-Pleistocene terrestrial aeolian dust deposits in the World and in Hungary. — *Quaternary International* 234, 98-108.